

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 30 NOV 1999

WIPO PCT

Bescheinigung

DE 99 / 2870

EJU

Die ROBERT BOSCH GMBH in Stuttgart/Deutschland hat eine Patentanmeldung
unter der Bezeichnung

"Verfahren für einen stromsparenden Betrieb von Kommunika-
tionsendgeräten in einem insbesondere drahtlosen Kommuni-
kationssystem sowie Anordnung"

am 13. November 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüng-
lichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole
H 04 Q und H 04 M der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 25. Oktober 1999

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Nietiedt

Aktenzeichen: 198 52 260.6

13.11.98 Sk/Ks

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren für einen stromsparenden Betrieb von
Kommunikationsendgeräten in einem insbesondere drahtlosen
Kommunikationssystem sowie Anordnung

Stand der Technik

15

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren für einen stromsparenden Betrieb von Kommunikationsendgeräten in einem insbesondere drahtlosen Kommunikationssystem mit Paketvermittlung.

20

Bei der Übertragung von Paketen fester Länge zwischen Endgeräten untereinander oder in Verbindung mit einer Zentrale, die selbst ein Endgerät sein kann, wird ein gemeinsamer Übertragungskanal benutzt. Dieser stellt Übertragungskapazität zwischen den Endgeräten und der Zentrale (Uplink) sowie zwischen der Zentrale und den Endgeräten (Downlink) zur Verfügung. Ein Verfahren zum Durchführen einer solchen Paketübertragung wurde in der deutschen Patentanmeldung 197 26120.5 [1] vorgeschlagen.

30

Mögliche Medien sind ein Funkkanal oder ein passives optisches Netz oder Kabelverteilnetze mit koaxialen Kabeln und/oder Glasfasern. Das Prinzip ist in Figur 1 gezeigt. An der Stelle eines Endgerätes kann sich auch ein Konzentrator mit mehreren Endgeräten befinden (Nebenstellenanlage in

35

Besitz des Teilnehmers oder Netzwerk-Unit im Besitz des

Netzbetreibers). Im folgenden wird ohne Einschränkung der
Allgemeinheit von Endgeräten gesprochen. Mit 1 sind die
Teilnehmer bzw. deren Endgeräte bezeichnet, mit 2 das
gemeinsame Übertragungsmedium, mit 3 die Zentrale und mit 4
das Übertragungsnetz. In bekannten leitungsvermittelten
Systemen, z.B. Analogtelefon, ISDN, hat jedes Endgerät einen
eigenen Anschluß an einen Netzknoten, wo diese Anschlüsse
auf eine oder wenige Leitungen gebündelt werden, siehe Figur
2. Das gleiche gilt für Endgeräte im ATM-Netzen (Asynchroner
Transfermodus). Ein solcher Netzknoten 5 stellt im Fall von
ATM einen ATM-Multiplexer dar.

Das hier vorwiegend zu betrachtende Medium ist ein
Funkkanal. Aufgrund der Ungebundenheit an einen Ort ist es
üblich, daß die Endgeräte z.B. Notebooks oder andere
tragbare Geräte sind, die mit Batterien betrieben werden
können. Daher ist der Stromverbrauch ein wichtiges
Verkaufsargument für solche Geräte.

Die folgenden Ausführungen wurden für den Einsatz in ATM-
Netzen entwickelt, können aber sehr wohl auch in anderen
Netzen, wie z.B. IP- (Internet Protokoll) oder Ethernet-
Netzen verwendet werden.

Wichtig ist, daß die Netzknoten die Unterstützung von
Dienstgüte garantieren. Da Pakete verschiedener Verbindungen
verschieden schnell und zuverlässig übertragen werden
müssen, ist die Einführung von Bedienstrategien notwendig.
Zur Durchführung einer solchen Bedienstrategie ist es
notwendig, daß die Benutzung des gemeinsamen Mediums
koordiniert vonstatten geht, was sich nur mit einer
Zentralansteuerung bewerkstelligen läßt. Solche
Medienzugriffsprotokolle (Medium Acces Control, MAC) sind
bekannt, siehe z.B. [2] und [3].

In GSM werden Stromsparverfahren verwendet. Diese Verfahren sind sehr einfach einzusetzen, da GSM leitungsvermittelte Kommunikation bereitstellt. Das heißt, daß es nur die Zustände „verbunden„ und „nicht verbunden„ gibt. Im Zustand „verbunden„ werden kontinuierlich Daten zwischen Netz und Teilnehmer ausgetauscht. Im Zustand „nicht verbunden„ muß sich das Endgerät in regelmäßigen Abständen darüber informieren, welche Basisstation aktuell am besten zu empfangen ist und ob ein Ruf für es ankommt. Einkommende Rufe werden von allen Basisstationen in der Roaming Area ausgesandt - dieser Vorgang wird Paging genannt - und das Endgerät meldet sich bei der aktuell besten Basisstation, um den Ruf zu übernehmen. Das Endgerät meldet sich selbst so lange nicht, bis es die sogenannte Roaming Area verläßt. In diesem Fall muß es sich in der neuen Roaming Area anmelden.

Auch in HIPERLAN Typ 1 Systemen gibt es das Verfahren zum Stromsparen. Es werden ebenfalls Pakete mit variabler Länge ausgetauscht. Allerdings ist das MAC-Protokoll dezentral organisiert und jeder Teilnehmer versucht im Wettbewerb mit anderen, den Kanal zu belegen ähnlich wie das Ethernet MAC-Protokoll. Der MAC ist verbindungslos, so daß immer ein Paket erwartet werden kann. Die Adresse des Empfängers und die Länge des Pakets werden zu Beginn eines jeden Pakets versendet, so daß jeder Teilnehmer zumindest jeden dieser Paketköpfe abhören muß. Wenn er feststellt, daß das Paket nicht für ihn bestimmt ist, kann er sich für die Dauer des Pakets, die er dem Kopf entnehmen kann, schlafen legen. Dies ist relativ ineffizient, da keine längeren Schlafphasen möglich sind. Zudem muß der Kanal immer abgehört werden, auch wenn aktuell kein Verkehr auftritt (zumindest der Leistungspegel).

Vorteile der Erfindung

Da die Kommunikation zwischen den Endgeräten bzw. zwischen Endgeräten und Zentrale insbesondere paketvermittelt stattfindet, können stromsparenden Verfahren auch bei bestehenden Verbindungen eingesetzt werden. Durch die zentrale Steuerung ist es zudem möglich, daß ein Endgerät zur Zentrale meldet, in welcher Weise es sich schlafen legt und wann es sich wieder meldet.

Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit Verfahren zum Stromsparen, die in Systemen mit zentral gesteuertem MAC eingesetzt werden können. Sie versucht, die Eigenschaften des MAC-Protokolls maximal auszunutzen und möglichst lange Zeiten zu erreichen, in denen die Aktivität der Endgeräte auf ein Minimum beschränkt werden kann. Es nützt aus, daß verschiedene stromverbrauchende Systemanteile sich sehr schnell aus- und wieder einschalten lassen, während andere Teile länger brauchen, um wieder betriebsbereit zu sein.

Die Erfindung löst auch das Problem der Synchronisation zwischen Endgerät und Zentrale. Aufgrund von Taktungenauigkeit kann es vorkommen, daß die Zeitreferenz eines Endgerätes nicht synchron zur Zentrale läuft. Daher ist eine Synchronisation zwischen beiden nötig, die nicht viel Strom verbrauchen darf.

Die Erfindung stellt ein sehr flexibles Verfahren zum Stromsparen dar, insbesondere dadurch, daß die Zeitspanne, nach der sich ein Endgerät wieder meldet, zwischen Zentrale und Endgerät frei ausgehandelt werden kann.

Diese Zeitspanne hängt davon ab, wie die Summe der Verkehrsparameter aller Verbindungen sich auswirkt. Wenn viele Verbindungen mit hohen Anforderungen an die Paketverzögerung offen sind, können diese Zeitspannen auch nur sehr kurz sein. Wenn es sich um wenige Verbindungen mit

geringen Anforderungen an die Paketverzögerung handelt, sind lange Schlafzeiten möglich.

5 Durch die Einführung verschiedener Stufen von Schlafzuständen, die so definiert werden, daß die Einschaltzeiten verschiedener Systemkomponenten effizient genutzt werden, läßt sich die Betriebsbereitschaft der Endgeräte ohne großen Energieaufwand optimieren.

10 Durch die zeitliche Synchronisation zwischen den Endgeräten und der Zentrale ist eine einfache und zuverlässige Datenübertragung in einem Kommunikationssystem erzielbar. Bekannte Verfahren sind aufgrund der nicht
15 deterministischen Struktur des MAC-Protokolls nicht einfach zuverlässig zu implementieren oder benötigen gar den breitbandigen Empfang des Signals der Zentrale.

20 Ankündigungen für Empfangen und Senden werden nur von der Zentrale an ein Endgerät über einen gemeinsamen Ankündigungs kanal gegeben. Daher kann ein Endgerät schon aufgrund der grundsätzlichen Struktur des MAC-Protokolls nur zu sehr begrenzten Zeiten aktiv werden, um die nötigen Informationen zu empfangen. Da die Signalverarbeitung auch im Empfangsfall recht aufwendig ist, ist der Stromverbrauch in diesem Fall nicht zu vernachlässigen. Dieser Anteil am Stromverbrauch wird bei der Erfindung dadurch minimiert, daß die zeitlichen Intervalle zwischen den einzelnen Empfangsvorgängen vergrößert werden.

Zeichnungen

Anhand der weiteren Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele
5 der Erfindung näher erläutert. Es zeigen
Figur 3 die grundsätzliche Struktur eines
Übertragungsrahmens, von der die Erfindung ausgeht,
Figur 4 ein Zustandsdiagramm zum Stromsparen,
Figur 5 eine Einrichtung zur Synchronisation zwischen
10 Endgerät und Zentrale,
Figur 6 eine Beschreibung des Zustandsautomaten des
Entscheiders,
Figur 7 die Grundkonfiguration eines Ausführungsbeispiels
mit drei Endgeräten,
15 Figur 8 und Figur 9 die Übergänge zwischen den
Betriebszuständen Bereitschaft und aktiv,
Figur 10 ein Endgerät im Schlafzustand.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

20 Bevor auf das eigentliche erfindungsgemäße Verfahren
eingegangen wird, wird zuvor der in Figur 3 aufgezeigte
Übertragungsrahmen beschrieben, von dem die Erfindung
ausgeht. Das Grundprinzip des DSA-Protokolls (Dynamic Slot
Assignment) ist in der deutschen Patentanmeldung P 197 26
120.5 [1] ausführlich beschrieben. Das beschriebene
Verfahren läßt sich sowohl für FDD- (Frequenzduplex) als
auch für TDD-Systeme (Zeitduplex) anwenden. Im folgenden
wird ohne Einschränkung der Allgemeinheit angenommen, daß
30 die Übertragung nach dem TDD (Time Division Duplex)-System
erfolgt. Der physikalische Kanal ist in Zeitschlitz
unterteilt, die jeweils einen Datenburst aufnehmen. Ein
solcher Datenburst enthält eine ATM-Zelle einschließlich dem
notwendigen Overhead für eine Trainingssequenz,
35 Synchronisation, Vorwärtsfehlerkorrektur FEC und

Schutzzeiten. Im Downlink-Signalisierungsburst teilt der zentrale Controller jedem Endgerät eine bestimmte Übertragungskapazität in Form von Zeitschlitzten für ein spezifisches Zeitintervall, SP (Signaling period) genannt, in Abhängigkeit von den Übertragungsressourcenanforderungen der Endgeräte T1, T2.. zu. Die Gesamtzahl der Schlitze eines SP ist variabel und variiert über der Zeit.

Eine Uplink-Phase besteht aus einer Anzahl von Bursts, die von den Endgeräten gesendet werden, und einer Uplink-Signalisierungsphase. Während der Uplink-Signalisierungsphase sind die Endgeräte berechtigt, Signalisierungsmeldungen an den zentralen Controller zu senden, wenn sie keine reservierten Zeitschlitzte zugeteilt bekommen haben für die Übermittlung innerhalb der normalen Bursts (Pgback-Verfahren). Für die Uplink-Signalisierung ist Polling oder Random Access anwendbar. In der Downlink-Phase werden die Signalisierungs-PDU (Protocol Data Unit) und alle Bursts vom zentralen Controller zu den Endgeräten gesendet. Innerhalb einer Signalisierungs-PDU werden alle notwendigen Informationen für die nächste SP einschließlich der Signalisierungsschlitzte zu den Endgeräten übertragen. Zusätzlich enthält die Signalisierungs-PDU Feedback-Meldungen für zuvor ausgesendete Uplink-Signalisierinformationen, die beispielsweise für eine Kollisionsauflösung oder Funktionen wie automatische Wiederholungsanforderung (ARQ) notwendig sind. Mit diesen Informationen wissen die Endgeräte, wann sie Bursts senden dürfen und empfangen können. Wenn unterschiedliche Arten von Bursts, z.B. kurz oder lang, benutzt werden, wird die Art der Bursts vom zentralen Controller innerhalb der Signalisierungs-PDU angekündigt.

Die Downlink-Signalisierung ist hier das zentrale Element der Betrachtung. Sie wird im folgenden Ankündigungs kanal

(Announcement Channel, AC) genannt. Ein weiteres wichtiges Element ist die Uplink-Signalisierung, die meist mit Anfragen (Requests) von Endgeräten an die Zentrale zu tun hat. Dieses Element wird im folgenden Rückkanal RC genannt.

5

Das Verfahren nach der Erfindung arbeitet verbindungsorientiert, d.h. zwischen der Zentrale und dem Endgerät muß immer mindestens eine Verbindung aufgebaut werden, über die dann kommuniziert werden kann. Die Eigenschaften der Verbindung werden beim Verbindungsaufbau ausgehandelt. So kann eine Verbindung eine konstante Datenrate haben, während andere Verbindungen „burstartig“ sind, d.h. es kommt mal ganz viel, dann kommt weniger oder auch gar nichts. Die Zeiträume zwischen Bursts können recht lang sein.

10

15

Für einen Nachrichtenaustausch zwischen Endgerät und Zentrale ist es nötig, daß die Zentrale Bescheid weiß, wann ein Endgerät T1, T2... den Ankündigungs kanal AC abhört, um unnötige Aussendungen zu vermeiden und zudem nicht anzunehmen, daß das Endgerät nicht mehr am Kommunikationsprozeß teilnimmt, weil es sich nicht mehr meldet. Möglichkeiten hier sind entweder fest vorgegebene, d.h. vereinbarte Zeiten oder die Mitteilung des Endgeräts, wann es wieder den Ankündigungs kanal AC abhört. Auf jeden Fall muß aber die Zentrale ZE unterrichtet werden, daß das Endgerät sich in einen Schlafzustand begibt, und das Endgerät muß eine Bestätigung erhalten, daß die Zentrale ZE dies registriert hat.

20

30

Der Stromverbrauch wird in einem Endgerät einerseits durch die Signalverarbeitungsleistung, im Sendefall aber auch durch das HF-Teil bestimmt. Signalverarbeitung fällt sowohl im Sende- als auch im Empfangsfall an, während das HF-Teil einen Großteil des Stromverbrauchs beim Senden aufweist. Der

35

Hauptteil des Stromverbrauchs des HF-Teils entsteht im Leistungsverstärker/Endverstärker. Dieser verbraucht zum einen einen Ruhestrom, der auch entsteht, wenn nichts gesendet wird, und zum anderen muß er die notwendige Sendeleistung aufbringen. Da der Ruhestrom auch dann entsteht, wenn nichts zu senden ist, bietet es sich an, den Sendeverstärker so oft auszuschalten wie möglich. Auf der anderen Seite benötigt der Sendeverstärker im allgemeinen relativ lange, bis er wieder betriebsbereit ist, und kann also nur ausgeschaltet werden, wenn die zu erwartende hohe Dauer lange genug ist. Dies betrifft auch andere Teile des Systems, z.B. Heruntertakten oder Ausblenden des Takts von digitaler Hardware, Oszillatoren im HF-Teil, etc. Daher hängt die Zeit, die ein Endgerät braucht, um wieder betriebsbereit zu sein, davon ab, welche Systemanteile ausgeschaltet wurden.

Zu diesem Zweck werden erfindungsgemäß drei Zustände definiert, die im Zustandsdiagramm in Figur 4 zu sehen sind. Der Zustand aktiv bedeutet, daß ein Endgerät bereit ist, am Kommunikationsprozeß teilzunehmen, d.h. es hört jede Ankündigung auf dem Ankündigungskanal AC, den die Zentrale ZE aussendet, ab. Die beiden Zustände Bereitschaft und Schlaf stellen verschiedene Stufen der Inaktivität dar, die sich im wesentlichen darin unterscheiden, daß im Zustand Schlaf mehr Systemkomponenten des Endgeräts ausgeschaltet werden und die Aufwachzeit länger wird, weil die Reaktivierung der einzelnen Komponenten länger dauert. Außerdem ist das Problem der zeitlichen Synchronisierung im Zustand Schlaf kritischer, da die zeitlichen Abstände zwischen abgehörten Ankündigungen auf dem Ankündigungskanal AC größer sind.

Wenn das Endgerät im Zustand aktiv ist und es die Verkehrsparameter der aufgebauten Verbindungen zulassen,

kann es der Zentrale ZE mitteilen, daß es jetzt in den Zustand Bereitschaft gehen möchte und jede wievielte Ankündigung auf dem Ankündigungs kanal AC es abhört. Nachdem es die Bestätigung der Zentrale ZE erhalten hat, geht es in den Zustand Bereitschaft. Wenn es beim Abhören des Ankündigungs kanals AC feststellt, daß keine Nachrichten für es da sind, und selbst keine Zellen zu übertragen hat, bleibt es in diesem Zustand.

Für den Übergang in den Zustand aktiv gibt es zwei Anlässe:

1. Die Zentrale ZE teilt dem Endgerät über den Ankündigungs kanal AC mit, daß sie Paket/e für das Endgerät hat, und teilt gleichzeitig mit, wann diese zu empfangen sind.

2. Das Endgerät selbst hat ein oder mehrere Pakete an die Zentrale ZE zu versenden. In diesem Fall greift das Endgerät auf den Rückkanal RC zu und gibt der Zentrale zu verstehen, daß es in den Zustand aktiv übergehen will und etwas zu übertragen hat. Im Ankündigungs kanal AC bestätigt die Zentrale ZE den Zustandsübergang und teilt dem Endgerät mit, wann es senden darf.

Wenn das Endgerät längere Zeit im Zustand Bereitschaft war und die Verkehrscharakteristik der Verbindungen es erlaubt, kann es in den Zustand Schlaf übergehen. Dazu ist wiederum ein Nachrichtenaustausch mit der Zentrale ZE nötig, indem das Endgerät der Zentrale ZE mitteilt, jede wievielte Ankündigung auf dem Ankündigungs kanal AC es abhört, und eine Bestätigung der Zentrale ZE erhalten muß. Es ist auch möglich, daß das Endgerät aus dem Zustand aktiv in den Zustand Schlaf übergeht. Auch in diesem Fall ist der zuvor geschilderte Nachrichtenaustausch zwischen Zentrale ZE und Endgerät nötig. Es gelten im wesentlichen die Mechanismen, die im Zustand Bereitschaft gelten, d.h. das Endgerät hört

den Ankündigungs kanal AC in regelmäßigen - größeren -
Abständen ab und verbleibt im Zustand Schlaf, wenn nichts zu
empfangen - oder zu versenden - ist.

5 Der Aufwachvorgang - Übergang in den Zustand aktiv - geht
ähnlich vor sich wie aus dem Zustand Bereitschaft. Wenn das
Endgerät selbst etwas zu versenden hat, aktiviert es die
10 deaktivierten Systemkomponenten und greift auf den Rückkanal
RC zu. Falls die Zentrale ZE etwas an das Endgerät senden
möchte, teilt sie dies dem Endgerät in der Ankündigung auf
dem Ankündigungs kanal AC, von der sie weiß, daß das Endgerät
empfängt, mit. Da das Endgerät im Zustand Schlaf eine
15 längere Zeit für die Aktivierung vor allem des Sendezweiges
benötigt (der Empfangszweig muß ja aktiv sein, um den
Ankündigungs kanal AC zu empfangen), müssen hierfür unter
Umständen Mechanismen vorgesehen werden. Ein möglicher
Mechanismus ist die Vereinbarung einer festen Aufwachzeit,
nach der die Zentrale ZE dem Endgerät in dem
Ankündigungs kanal AC einfach Kapazität zuweist. Eine weitere
20 Möglichkeit ist, daß sich das Endgerät nach dem Aufwachen im
Rückkanal RC bei der Zentrale ZE zurückmeldet.

In den Zuständen Bereitschaft und Schlaf ist es wichtig, daß
ein Endgerät und die Zentrale ZE zeitlich sehr genau
synchronisiert sind, vor allem, wenn die
Synchronisationszeitpunkte weit auseinander liegen. Dies
wird vorraussichtlich im Zustand Bereitschaft nicht der Fall
sein, wohl aber im Zustand Schlaf. Bei einer Taktgenauigkeit
der Quarze von Zentrale ZE und Endgeräten von beispielsweise
30 je 20 ppm kann ein maximaler Taktversatz von 40 ppm
auftreten. Bei 50 ms Schlafdauer kann dies bei einem
Systemtakt von 25 MHz einen Versatz um bis zu 44 Takte
bedeuten und entsprechend mehr bei längeren Schlafzeiten. Da
die Empfangssynchronisation im allgemeinen taktgenau erfolgen
35 muß, ist der Aufwand für die Neusynchronisation groß und

kann unter Umständen mehrere Signalisierungsperioden dauern. Nachfolgend wird aufgezeigt, wie dieses Problem erfindungsgemäß gelöst wird.

5 Wichtige Voraussetzung für das Verfahren ist, daß es selbst
sehr wenig Strom verbraucht, d.h. daß der
Signalverarbeitungsaufwand gering ist. Eine weitere
Voraussetzung ist, daß die Zentrale ZE regelmäßig
Synchroninformationen, d.h. „Marken“ setzt, an denen sich
10 ein Endgerät orientieren kann. Es bietet sich an, diese
Marken jeweils an den Anfang der Signalisierungsperiode SP
zu setzen. Die Signalisierungsperiodendauer ist konstant,
während der Inhalt der Signalisierungsperiode variabel ist.

15 Eine solche Marke ist in [4] beschrieben. Diese Marke eignet
sich sehr gut für OFDM-basierte Systeme, der Einsatz ist
aber auch bei anderen Modulationsverfahren möglich. Die
Realisierung der Detektion findet vorzugsweise analog statt.
Eine Möglichkeit sind günstige und sehr stromsparende
20 Begrenzungsverstärker, wie sie in DECT-Terminals Verwendung
finden. Andere Detektionsverfahren sind möglich. Das
wichtige an diesem Verfahren ist, daß die Detektion des
Rahmensymbols unabhängig von der übrigen Signalverarbeitung
stattfindet. Dadurch wird bei Vorkommen der Marke ein
Ereignis ausgelöst, das zur zeitlichen Synchronisation
verwendet werden kann.

Das Verfahren nach [4] ist nicht zu 100% zuverlässig. Mit
geringer Wahrscheinlichkeit kann einerseits ein Rahmensymbol
30 detektiert werden, wenn keines aufgetreten ist, und
andererseits kann es sein, daß ein Rahmensymbol aufgetreten
ist, aber nicht detektiert wurde. Diese beiden Fehlerarten
sind selten, können aber den Zählvorgang erheblich
beeinflussen und zu Fehlern führen. Daher müssen
35 Vorkehrungen getroffen werden, die es ermöglichen, diese

Fehlerquellen zu minimieren. Dies geschieht beispielsweise durch den Einsatz eines oder mehrerer eigener Zeitgeber in Endgeräten, die mit dem Auftreten des Rahmensymbols zusammen eine nahezu perfekte Zuverlässigkeit gewährleisten. Die

5 Zeitgeber sind hinreichend genau über eine Zeitdauer von mehreren Signalisierungsperioden. Eine mögliche Schaltung für das Endgerät T1 ist in Figur 5 gezeigt. In der Mitte sitzt der Entscheider ES, der die gesamte zeitliche Synchronisation steuert. Er ist verbunden mit der

10 Rahmenerkennung RE und zwei Zeitgebern Z1 und Z2. Er kann die Zeitgeber Z1, Z2 einerseits einstellen und erhält andererseits nach deren Ablauf eine Nachricht.

Der Mechanismus des Entscheiders ES ist eine Zustandsmaschine, wobei deren Zustand sowie der Wert einiger Variablen im Zustandsspeicher ZS abgelegt und von dort

15 gelesen werden können.

Ein Zähler NAC ist dem Entscheider ES zugeordnet. Der Entscheider ES ist mit der Steuerung ST verbunden, die ihrerseits mit den Systemkomponenten SK verbunden ist, an

20 die eine Antenne AT angeschlossen ist.

Wenn das Endgerät T1 in den Schlafzustand übergeht, übergibt die Steuerung ST des Endgeräts T1 die Steuerung an den Entscheider ES gemäß Figur 5, der seinerseits die Steuerung ST des Endgeräts T1 benachrichtigt, wenn es eine Ankündigung im Ankündigungs kanal AC abhören muß.

Der Ablauf des Zustandsdiagramms ist in Figur 6 gezeigt. Die verwendete Beschreibungssprache ist SDL (Standard

30 Description Language). Wenn das Endgerät T1 sich im Schlafzustand befindet, wartet es regelmäßig im Zustand S1 auf den Ablauf des Zeitgebers Z1. Das Signal von Z1 kommt immer kurz bevor das Signal der Rahmenerkennung RE erwartet wird. Daraufhin setzt der Entscheider ES den Zeitgeber Z2 auf einen Wert, der kurz nach dem erwarteten Eintreffen des Rahmensignals liegt, und geht dann über in den Zustand S2.

35

Durch diesen Mechanismus wird ein zeitliches Fenster geöffnet, in dem das Rahmensymbol erwartet wird, und somit falsch detektierte Rahmensymbole ausgeblendet.

5 Im Zustand S2 erwartet der Entscheider ES entweder ein Signal von der Rahmenerkennung RE oder vom Zeitgeber Z2. Wenn das Signal der Rahmenerkennung RE kommt, wird es benutzt, um die Zeitbasis des Endgeräts T1 zu korrigieren. Diese Korrektur setzt den tatsächlichen Zeitpunkt des Rahmensignals mit dem erwarteten Zeitpunkt in Beziehung. 10 Eine höhere Genauigkeit dieser Korrektur kann durch eine zeitliche Mittelung über das Auftreten mehrerer Rahmensymbole erreicht werden. Falls das Rahmensignal nicht detektiert wird, weil die Detektion der Rahmenerkennung RE nicht absolut zuverlässig ist, wird das Signal des 15 Zeitgebers Z2 ausgewertet und somit der Takt des Zeitgebers Z2 als Synchroninformation benutzt. Dies stellt sicher, daß jede Signalisierungsperiode mitgezählt wird.

20 Anschließend wird der Zähler NAC, der das Auftreten der Ankündigungen im Ankündigungs kanal AC zählt, um eins erhöht und geprüft, ob er mit dem Wert übereinstimmt, zu dem das Endgerät T1 die entsprechende Ankündigung auf dem Ankündigungs kanal AC abhören muß. Eine Differenz wird eingeführt, um sicherzustellen, daß das Endgerät genügend Zeit hat, für den Empfang des Ankündigungs kanals AC benötigte Systemkomponenten zu aktivieren. Falls dieser Wert noch nicht erreicht ist, geht der Entscheider ES wieder in den Zustand S1 über.

30 Falls der Wert erreicht ist, gibt der Entscheider ES ein Signal an die Steuerung ST des Endgerätes T1 mit der Anweisung, die besagte Ankündigung auf dem Ankündigungs kanal AC zu empfangen und auszuwerten. Falls die Auswertung 35 ergibt, daß das Endgerät T1 weiterschlafen kann, wird der

Zähler NAC für das Auftreten der Ankündigungen zurückgesetzt, und das Endgerät T1 geht in den Zustand S1 über. Falls es nicht weiterschlafen soll, geht der Entscheider ES in Zustand S4 und wartet darauf, daß die Steuerung die Anweisung gibt, wieder in den Schlafzustand zu gehen. Die an S4 anschließenden weiteren Aktionen sind nicht näher ausgeführt.

Die Grundkonfiguration des folgenden Ausführungsbeispiels ist in Figur 7 gezeigt. Die Endgeräte T1, T2 und T3 sind assoziiert mit der Zentrale ZE und kommunizieren mit ihr beispielsweise über einen gemeinsamen Funkkanal. Die Zentrale ZE ist in diesem Fall an ein Netzwerk NW angeschlossen, was aber nicht zwingend der Fall sein muß.

Zunächst befinden sich alle Endgeräte im Zustand aktiv. Nach einiger Zeit beschließt das Endgerät T1, daß es sich in den Zustand Bereitschaft begeben möchte und jede vierte Ankündigung des Ankündigungskanals AC abhören wird, und teilt dies der Zentrale ZE mit, vgl. Figur 8. Die Zentrale ZE gibt die Bestätigung zurück an Endgerät T1, und Endgerät T1 geht in den Zustand Bereitschaft. Nun hört Endgerät T1 jede vierte Ankündigung des Ankündigungskanals AC der Zentrale ZE ab. Beim zweiten Abhören erhält Endgerät T1 die Nachricht, daß eine Nachricht zu empfangen ist. Endgerät T1 geht in Zustand aktiv und kommuniziert normal mit der Zentrale ZE.

Endgerät T1 geht nun wieder in den Zustand Bereitschaft, siehe Figur 9. Dieses Mal wird der Übergang zurück in den Zustand aktiv durch eine Nachricht ausgelöst, die Endgerät T1 an die Zentrale ZE übertragen muß.

Nun beschließt Endgerät T2 in den Zustand Schlaf zu gehen und teilt der Zentrale ZE mit, daß es jede fünfzigste

Ankündigung auf dem Ankündigungskanal AC abhören wird. Die Bekanntgabe und Bestätigung erfolgen wie zuvor erläutert, so daß sich Endgerät T2 nun im Zustand Schlaf befindet. Ein Ausschnitt aus den Vorgängen ist in Figur 10 gezeigt. Unten ist die Aussendung der Zentrale ZE mit den Ankündigungen im Ankündigungskanal AC zu sehen. Die Linien darüber zeigen die Situation aus Sicht des Entscheiders ES im Endgerät, nämlich die Ereignisse der Rahmendetektion und der Zeitgeber. Ganz oben ist der aktuelle Wert des Zählers NAC für die Ankündigungen im Ankündigungskanal AC angegeben. Kurz vor dem Auftreten einer Ankündigung springt Zeitgeber Z1 an und öffnet ein Fenster, innerhalb dessen die Rahmendetektion wahrgenommen werden kann und das durch den Zeitgeber Z2 wieder geschlossen wird. In den vier ersten dargestellten Fällen wird die Erhöhung von NAC um eins durch die Detektion des Rahmensymbols ausgelöst. In der Periode, in der $NAC = 33$ ist, wird irrtümlicherweise ein Rahmensymbol detektiert, was aber keine Auswirkungen hat. Beim Übergang von $NAC = 34$ auf $NAC = 35$ wird das Rahmensymbol nicht detektiert. Daher wird die Erhöhung durch den Zeitgeber Z2 ausgelöst.

Da es möglich ist, daß ein Endgerät sich verzählt hat und daher die falsche Ankündigung im Ankündigungskanal AC abhört, ist es sinnvoll, daß die Zentrale ZE die Ankündigung, von der sie weiß, daß das Endgerät sie abhört, auf jeden Fall eine Nachricht für eben dieses Endgerät versendet. Wenn keine Pakete für das Endgerät warten, wird dem Endgerät nur mitgeteilt, daß dies die richtige Ankündigung war und keine Nachrichten warten. Wenn das Endgerät beim Abhören des Ankündigungskanals feststellt, daß es sich verzählt hat, muß es kurzzeitig in den Zustand aktiv gehen, sich bei der Zentrale ZE melden - durch Zugriff auf den Rückkanal RC - und sich zeitlich neu auf die Zentrale ZE synchronisieren. Anschließend kann es sich wieder in den Schlafzustand begeben.

Um die Auswirkungen des Verzählens zu mildern, ist es unter Umständen sinnvoll, daß das Endgerät im Schlafzustand immer mindestens drei oder mehr aufeinanderfolgende Ankündigungen im Ankündigungs kanal AC abhört - beispielsweise die Ankündigung, die es meint abhören zu müssen, sowie die Ankündigung davor und die Ankündigung danach. Falls in keinem der Ankündigungen eine Benachrichtigung des Endgerätes vorkommt, hat es sich verzählt und muß sich bei der Zentrale ZE melden, um sich zeitlich neu zu synchronisieren.

Nachfolgend werden weitere Alternativen beschrieben:

- Das Rahmensymbol muß nicht wie bisher beschrieben am Anfang der Signalisierungsperiode SP vorkommen, sondern kann vielmehr irgendwo innerhalb der Signalisierungsperiode SP positioniert sein,
- die Detektion des Rahmenbeginns muß nicht zwingend wie zuvor erfolgen,
- es ist nicht zwingend notwendig, jede Ankündigung im Ankündigungs kanal AC mitzuzählen, da das Auseinanderlaufen des Taktes in der Zentrale ZE und des Endgerätes nicht sehr schnell vor sich geht,
- wenn ein Endgerät in einem der Zustände Bereitschaft oder Schlaf ist und von der Zentrale ZE aufgeweckt werden soll, ist es auch möglich, daß dieses Aufwecken durch Versenden einer 1-bit Information geschieht statt durch das Abhören des Ankündigungs kanals AC durch das Endgerät. Dies ist zum Beispiel mit einer Marke ähnlich der Marke, die zum Zählen der Signalisierungsperioden SP verwendet wird, möglich. Wesentlich dabei ist, daß auch diese Marke sich leicht und zuverlässig detektieren läßt. Desweiteren ist wichtig, daß sich diese zweite Marke von der ersten Marke zum Zählen der Signalisierungsperioden SP in der Form unterscheidet, daß sie bei der Detektion nicht verwechselt werden können. Falls

mehrere Endgeräte zu diesem Zeitpunkt feststellen sollen, ob sie in den Zustand Aktiv übergehen sollen, wird das Auftreten der zweiten Marke so interpretiert, daß mindestens eines der Endgeräte, die aktuell betroffen sind, aufwachen soll.

5

Literatur:

- [1] Deutsche Patentanmeldung 197 26 120.5,
- [2] D. Petras, A. Krämling „MAC protocol with polling and fast collision resolution for an ATM air interface“, IEEE ATM Workshop, San Fransico, CA, August 1996,
- [3] D. Petras, A. Krämling, A. Hettich, „MAC protocol for Wireless ATM: contention free versus contention based transmission of reservation requests“, PIMRC`96, Teipei, Taiwan, October 1996,
- [4] K. Brüninghaus, M.Radimirsch, „Coarse Frame Synchronisation for OFDM based Wireless Communication Systems“, PIMRC`98, Boston, USA, September 1998

10

15

13.11.98 Sk/Ks

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

Ansprüche

1. Verfahren für einen stromsparenden Betrieb von
Kommunikationsendgeräten in einem insbesondere drahtlosen
Kommunikationssystem mit Paketvermittlung mit einer Zentrale
(ZE), die selbst ein Endgerät sein kann und die in einem
rahmenstrukturierten Ankündigungs kanal (AC) Mitteilungen für
die Endgeräte (T1, T2, ...) aussendet und in einem Rückkanal
(RC) Mitteilungen der Endgeräte (T1, T2, ...) empfängt, mit
folgenden Schritten:

- den Endgeräten (T1, T2, ...) werden drei Betriebszustände
zugeordnet, wobei ein erster Betriebszustand eine Aktivphase
definiert, in welcher ein Endgerät (T1, T2, ...) jede
Ankündigung im Ankündigungs kanal (AC) abhört, ein zweiter
Betriebszustand eine Bereitschaftsphase definiert, in der
der Ankündigungs kanal (AC) periodisch in zuvor festgelegten
Zeitfenstern abgehört wird, wobei einige Systemkomponenten
(SK) des Endgeräts (T1, T2, ...) abgeschaltet sind, und ein
dritter Betriebszustand eine Schlafphase definiert, in der
der Ankündigungs kanal (AC) nur in größeren Zeitintervallen
abgehört wird und noch mehr Systemkomponenten (SK)
abgeschaltet sind, deren Reaktivierung länger dauert als in
der Bereitschaftsphase,

- zu Synchronisationszwecken der Endgeräte (T1, T2, ...) werden Synchroninformationen wie z.B. Rahmensymbole durch die Zentrale (ZE) ausgesendet,

- von den Endgeräten (T1, T2, ...) werden die Synchroninformationen/Rahmensymbole zumindest in Zeitabständen auch in einer Bereitschafts- und Schlafphase zur Korrektur ihrer Zeitbasis ausgewertet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Endgerät (T1, T2, ...), das in den zweiten oder dritten Betriebszustand übergehen möchte, der Zentrale (ZE) eine entsprechende Mitteilung macht und der Zentrale (ZE) auch mitteilt, wann es sich wieder melden wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Übergang vom ersten in den zweiten oder dritten Betriebszustand oder vom zweiten in den dritten Betriebszustand erst durchgeführt wird, wenn von der Zentrale (ZE) eine Bestätigung empfangen wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitspanne, für die ein Endgerät (T1, T2, ...) in die zweite oder dritte Betriebsphase übergeht, zwischen der Zentrale (ZE) und dem entsprechenden Endgerät (T1, T2, ...) insbesondere in Abhängigkeit der Verkehrsparameter der Verbindungen ausgehandelt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeiten, in denen die Endgeräte (T1, T2, ...) den Ankündigungs kanal (AC) abhören, von der Zentrale (ZE) entweder fest vorgegeben werden oder von den Endgeräten (T1, T2, ...) zur Zentrale (ZE) gemeldet werden und von dort bestätigt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Übergang von dem zweiten oder dritten Betriebszustand in den ersten Betriebszustand dann vorgenommen wird, wenn die Zentrale (ZE) dem entsprechenden Endgerät (T1, T2, ...) mitteilt, daß es Datenpakete für das Endgerät (T1, T2, ...) hat, wobei die Zentrale (ZE) dem Endgerät auch mitteilt, wann diese Datenpakete zu empfangen sind.

5 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Übergang von dem zweiten oder dritten in den ersten Betriebszustand dann vorgenommen wird, wenn ein Endgerät (T1, T2,...) selbst ein oder mehrere Datenpakete an die Zentrale (ZE) senden möchte, wobei dieses Endgerät (T1, T2,...) auf den Rückkanal (RC) zugreift und der Zentrale (ZE) mitteilt, daß es in den ersten Betriebszustand übergehen möchte und etwas zu übertragen hat, und wobei die Zentrale (ZE) den Betriebszustandsübergang im Ankündigungs kanal (AC) bestätigt und dem Endgerät (T1, T2,...) mitteilt, wann es senden darf.

15 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Übergang vom zweiten in den dritten Betriebszustand dann vorgenommen wird, wenn ein Endgerät (T1, T2,...) längere Zeit im zweiten Betriebszustand war und die Verkehrscharakteristik dies zuläßt, wobei dieses Endgerät (T1, T2,...) der Zentrale (ZE) mitteilt, in welchen Abständen es den Ankündigungs kanal (AC) abhört und der Übergang erst nach Bestätigung durch die Zentrale (ZE) vorgenommen wird.

20 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß für den Übergang vom dritten in den ersten Betriebszustand eine feste Aufwachzeit vereinbart wird, nach der die Zentrale (ZE) dem entsprechenden Endgerät (T1, T2,...) im Ankündigungs kanal (AC) Kapazität zuweist oder, daß sich das Endgerät (T1, T2,...) nach dem Aufwachen im Rückkanal (RC) bei der Zentrale (ZE) zurückmeldet.

30 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Detektion eines Rahmensymbols, welches vorzugsweise zu Beginn eines Rahmens gesendet wird,

unabhängig von der übrigen Signalverarbeitung detektiert wird.

5 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Übergang vom zweiten oder dritten in den ersten Betriebszustand durch Versenden einer Marke, insbesondere einer 1-bit Information, ähnlich dem Ankündigungs kanal (AC) vorgenommen wird, wobei sich diese Marke in der Form von der Marke, die zum Ankündigungs kanal (AC) gehört, unterscheidet.

10 12. Anordnung zum stromsparenden Betrieb eines Kommunikationsendgerätes (T1, T2,...) für insbesondere ein drahtloses Kommunikationssystem mit Paketvermittlung mit folgenden Merkmalen:

15 - einem Entscheider (ES), mittels dessen die zeitliche Synchronisation des Endgerätes (T1, T2,...) in Bezug auf die von einer Zentrale (ZE) empfangene Synchroninformation/Rahmensymbole steuerbar ist und welcher

20 die Steuerung des Endgerätes (T1, T2,...) von der eigentlichen Steuerung (ST) des Endgerätes (T1, T2,...) übernimmt, wenn das Endgerät (T1, T2,...) von einem aktiven ersten Betriebszustand in einen zweiten oder dritten Betriebszustand, beispielsweise eine Bereitschaftsphase oder Schlafphase, übergeht,

- einer Zeitgebereinrichtung (Z1, Z2), die vom Entscheider (ES) aus steuerbar ist und die ein zeitliches Fenster für den Empfang der Synchroninformation/Rahmensymbole öffnet, wenn eine solche zu erwarten ist, wobei eine empfangene

30 Synchroninformation dazu verwendbar ist, die Zeitbasis des Endgerätes (T1, T2,...) zu korrigieren.

35 13. Anordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß ein Zähler (NAC) vorgesehen ist, der das Auftreten von Ankündigungen in einem Ankündigungs kanal (AC), auf den das

Endgeräte (T1, T2,...) Zugriff hat, zählt und in Abhängigkeit der gezählten Ankündigungen prüft, ob das Endgerät (T1, T2,...) den Ankündigungs kanal (AC) abhören muß und dazu benötigte Systemkomponenten (SK) aktivieren muß.

5

14. Anordnung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Zähler (NAC) bei Nichtübereinstimmung der gezählten Ankündigungen mit einem vorgegebenen Zählerstand rücksetzbar ist und bewirkt, daß das Endgerät (T1, T2,...) weiter in einem zweiten oder dritten Betriebszustand verbleiben kann, und daß bei Übereinstimmung der gezählten Ankündigungen mit vorgegebenem Zählerstand ein Steuersignal vom Entscheider (ES) zur eigentlichen Steuerung (ST) des Endgerätes (T1, T2,...) übertragbar ist, welches bewirkt, daß Systemkomponenten (SK) zum Empfang von Ankündigungen auf dem Ankündigungs kanal (AC) aktivierbar sind und die Ankündigungen auswertbar sind.

10

15

15. Anordnung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß bei nichtgelungener Detektion der Synchroninformation/Rahmensymbole der Zeittakt der Zeitgebereinrichtung (Z1, Z2) selbst für Synchronzwecke auswertbar ist.

20

16. Anordnung nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß für eine Korrektur der Zeitbasis eines Endgerätes (T1, T2,...) mehrere empfangene Synchroninformationen/Rahmensymbole zeitlich gemittelt werden und aus dieser Mittelung die Korrektur für die Zeitbasis des Endgerätes (T1, T2,...) aufbereitbar ist.

30

13.11.98 Sk/Ks

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

Verfahren für einen stromsparenden Betrieb von
Kommunikationsendgeräten in einem insbesondere drahtlosen
Kommunikationssystem sowie Anordnung

10

Zusammenfassung

15

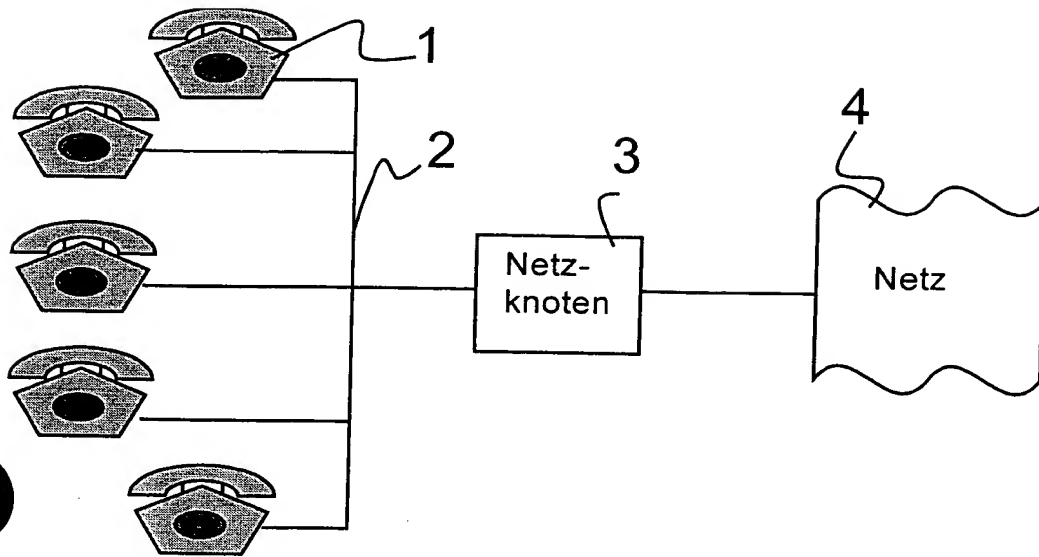
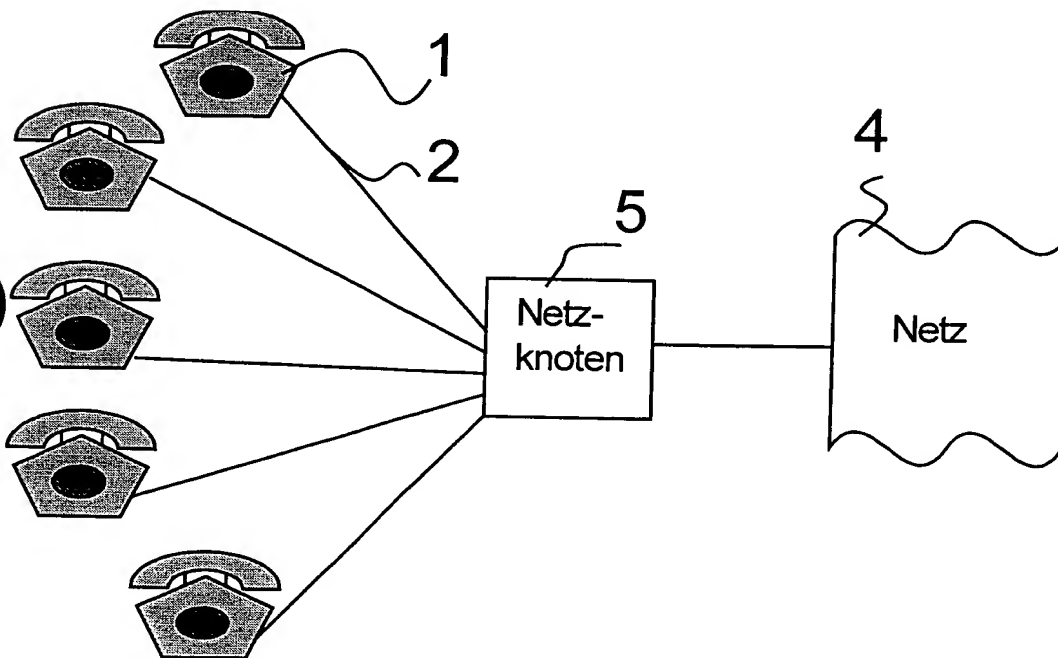
Bei einem Verfahren für einen stromsparenden Betrieb von
Kommunikationsendgeräten (T1, T2) in einem
Kommunikationssystem werden drei Betriebszustände definiert:
aktiv, Bereitschaft und Schlaf.

20

Über einen Ankündigungs kanal (AC) werden Ankündigungen einer
Zentrale (ZE) innerhalb von festgelegten Zeitfenstern
abgehört und danach die Endgeräte (T1, T2) in ihren
Betriebszuständen gesteuert.

Auch in Bereitschafts- und Schlafphasen werden
Synchroninformationen/Rahmensymbole der Zentrale (ZE)
ausgewertet.

(Figur 8)

**Fig 1****Fig 2**

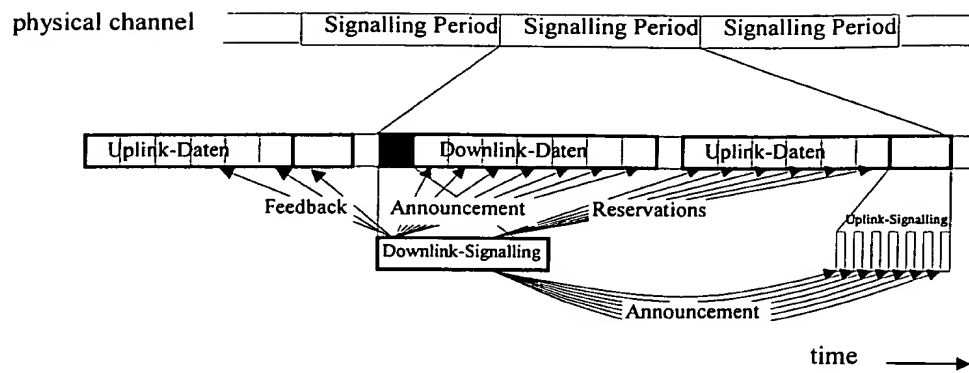


Fig 3

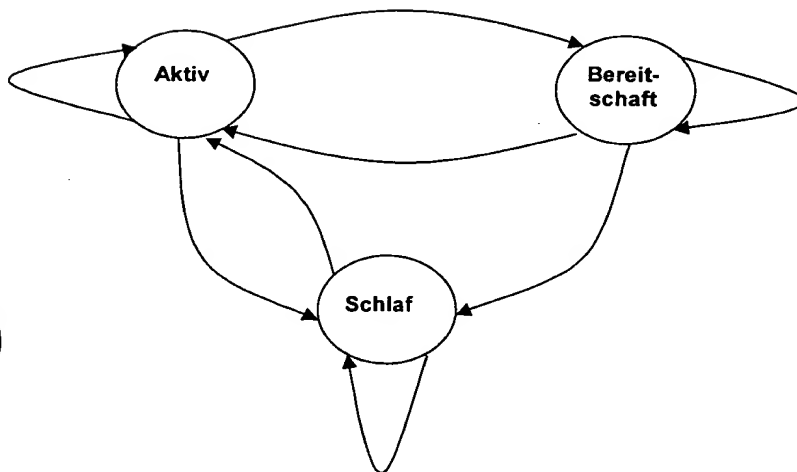
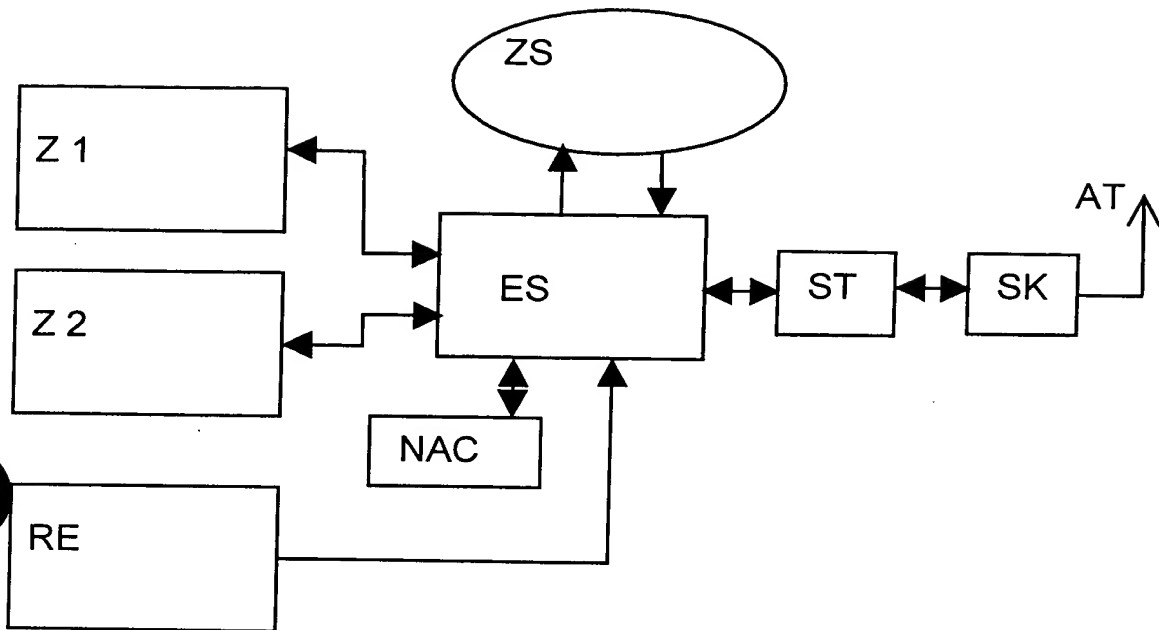


Fig 4

**Fig 5**

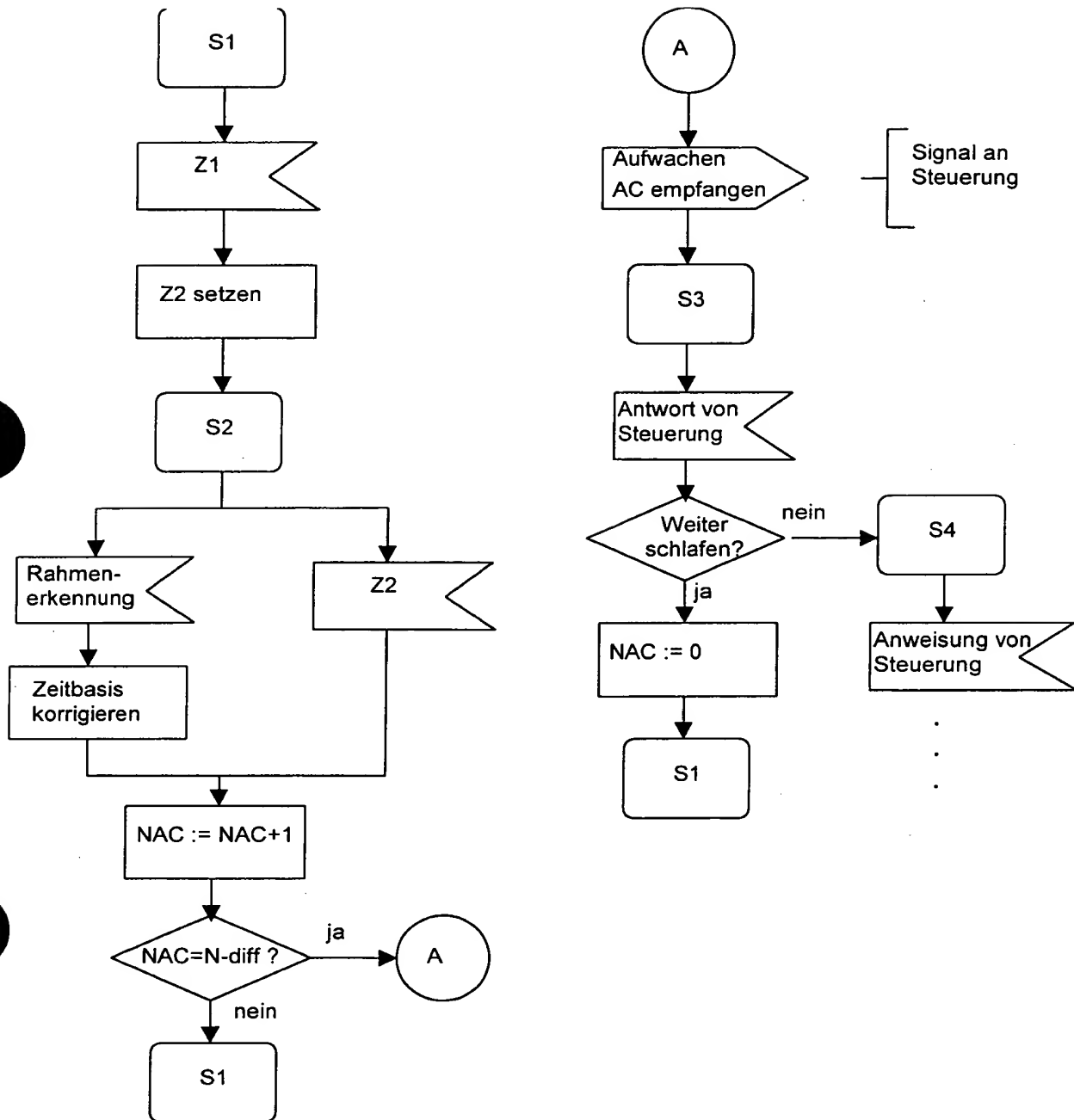


Fig 6

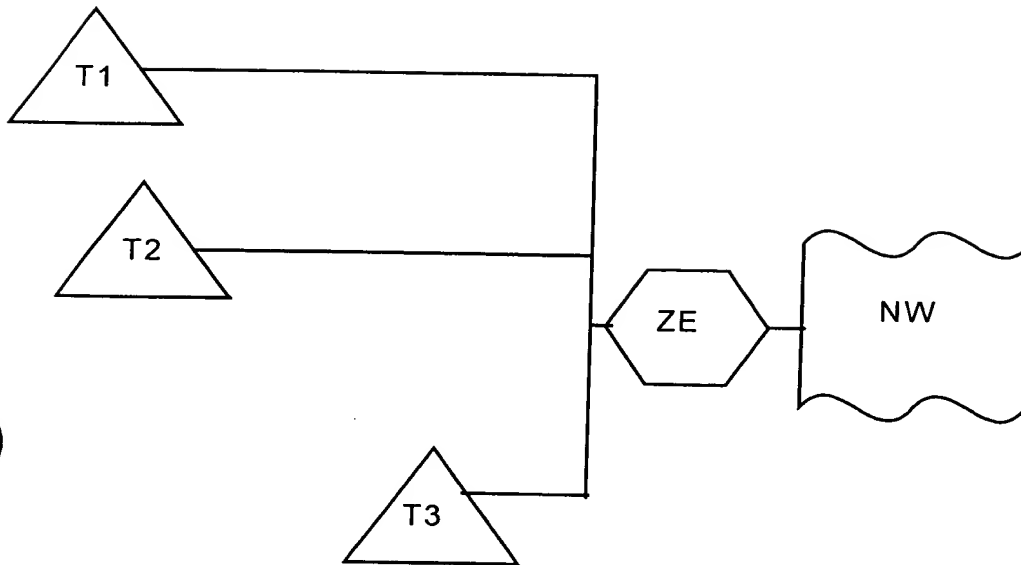


Fig 7

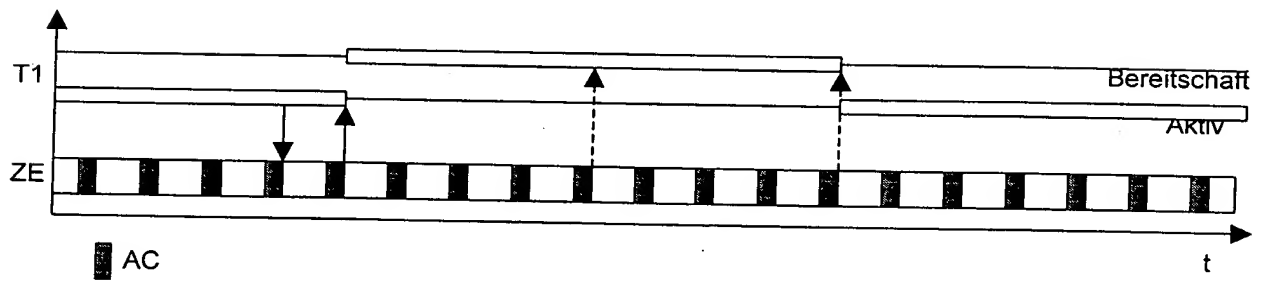


Fig 8

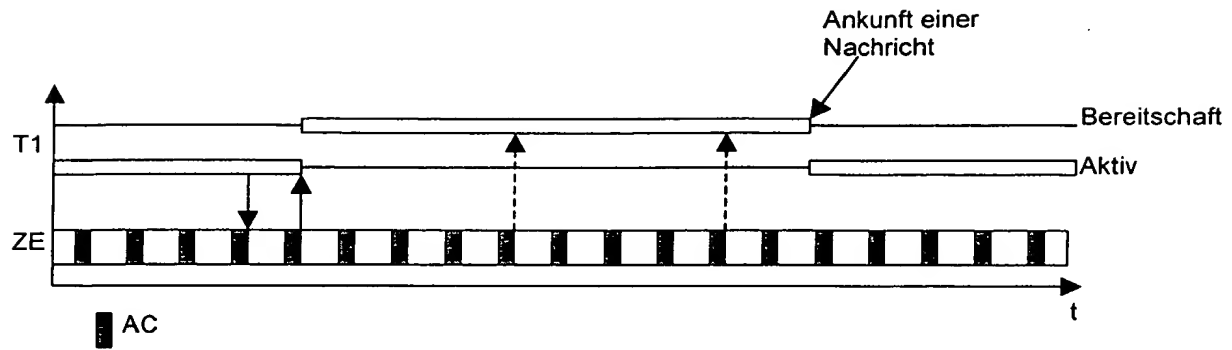


Fig 9

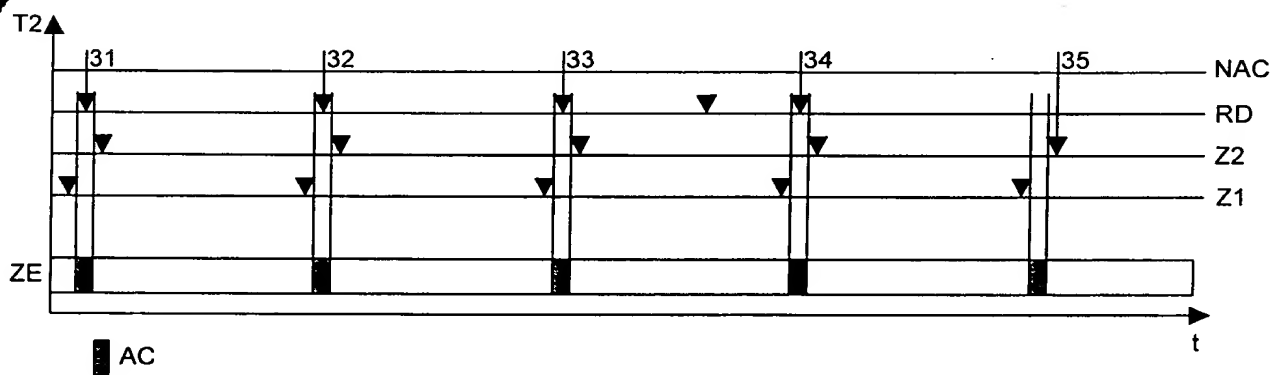


Fig 10

THIS PAGE BLANK (USPTO)